

EXERCICE 4 (6 points)

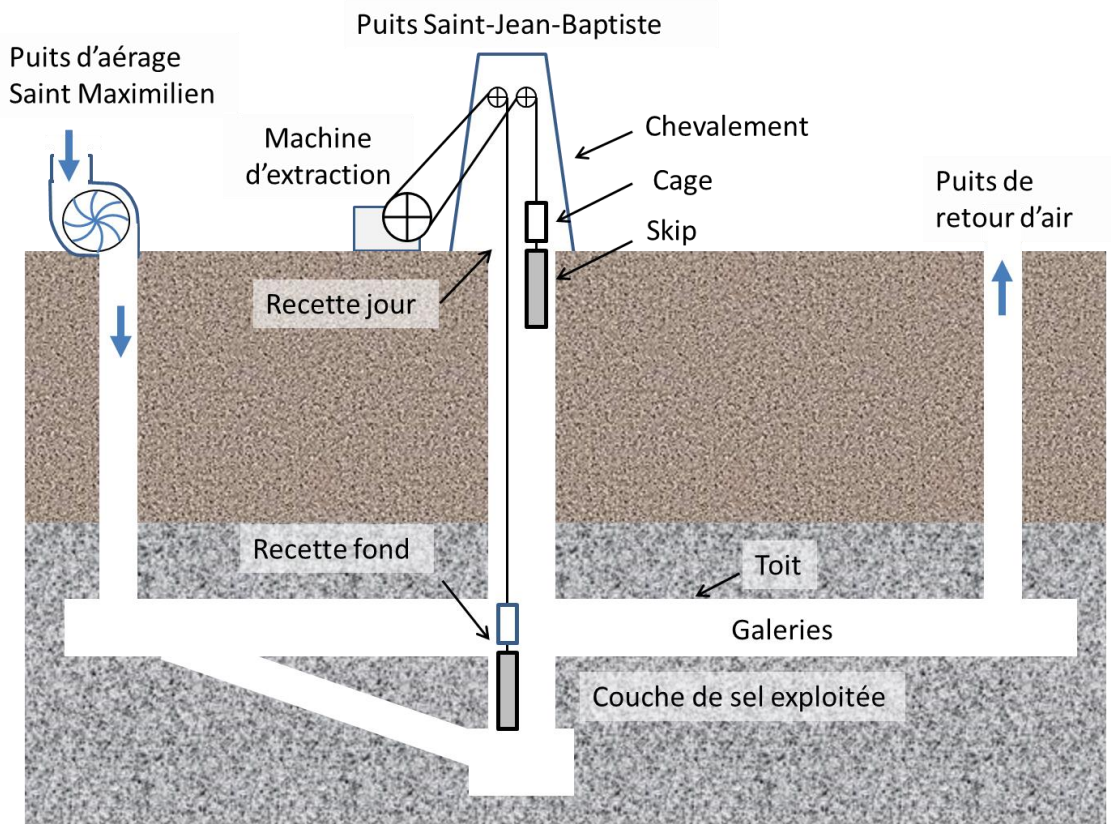
(physique-chimie)

Mine de sel

La mine de sel de Varangéville, située dans la région Grand Est, est la dernière mine en activité en France métropolitaine.

À Varangéville, les galeries d'exploitation sont constituées d'un maillage de piliers en sel qui soutiennent et sécurisent le toit de la mine. Chaque puits de la mine est soigneusement protégé des infiltrations d'eau.

Schéma de principe de la mine :



Les galeries de la mine de sel se situent à 160 m sous la terre. Pour y accéder, les mineurs utilisent une cage d'ascenseur qui descend dans le puits Saint Jean-Baptiste. Cette cage surmonte un skip (haute boîte en aluminium qui sert au transport du sel).

Un deuxième ensemble identique (cage + skip) contrebalance le premier. Lorsqu'un skip arrive à la recette jour chargé de sel, l'autre arrive simultanément à la recette fond.

La vitesse du dispositif est adaptée à l'usage qui en est fait. Pour le sel, la vitesse maximale est de $7,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ alors qu'elle n'est que de $4,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ pour les mineurs.

Données :

- intensité de la pesanteur $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
- masse volumique du sel à température ambiante : $\rho_{\text{sel}} = 2,16 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$
- le sel se dissout facilement dans l'eau.

1. Expliquer pourquoi l'arrivée d'eau au niveau des galeries serait un réel danger pour la sécurité de la mine.

On s'intéresse à la remontée du sel depuis le fond de la mine.

2. Sachant que la capacité du skip est de $1,85 \text{ m}^3$, déterminer la masse de sel gemme que transporte un skip.

Pour simplifier, on considère que la masse du skip est négligeable par rapport à la masse du chargement de sel qu'il contient. On négligera également tous les frottements.

Par la suite, on considèrera le système {skip + chargement de sel}.

3. Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur le système et les représenter sur un schéma sans souci d'échelle.
4. Calculer le travail du poids du sel lors du transport de la recette fond à la recette jour.
5. Après avoir estimé la durée du trajet, calculer la puissance moyenne du poids lors de la remontée. Conclure sur la puissance minimale que doit fournir la machine d'extraction.

Dans la mine, les galeries sont creusées à l'aide d'explosif. La paroi à creuser est percée de 42 trous cylindriques. Ces trous sont remplis au total de 190 kg d'explosif.

L'explosif utilisé est l'ANFO (*ammonium nitrate fuel oil*). C'est une poudre constituée d'un mélange de deux espèces chimiques : un oxydant (le nitrate d'ammonium NH_4NO_3) et un réducteur (le fioul $\text{C}_{12}\text{H}_{24}$). Suite à la mise à feu par l'amorce, la détonation est causée par la réaction chimique entre NH_4NO_3 et le fioul.

Caractéristiques de l'ANFO :

Aspect : granulé

Couleur : rose

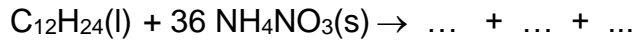
Énergie totale massique (énergies thermique et mécanique libérées lors de l'explosion) : $3,8 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$

Pression de détonation : 13,6 GPa

D'après https://www.epc-france.com/userfiles/files/DTC_EXPLOSIFS/PRODUIT-NITRAL%20NITRO%20D8-FTC-0118-web.pdf

6. Calculer l'énergie libérée par un tir de mine de 42 trous.

L'équation de la réaction ci-dessous présente le modèle idéal d'une transformation qui ne produit que du diazote N_2 , du dioxyde de carbone et de l'eau (tous les produits étant à l'état gazeux) :



7. Recopier, compléter et ajuster l'équation de cette réaction.

La fracturation de la roche lors du tir est liée à la très forte augmentation de pression exercée dans chaque trou.

8. À partir de l'équation ci-dessus et des documents précédents, identifier les causes de cette augmentation de pression.

Un mélange est dit stœchiométrique si les réactifs sont pris dans les proportions indiquées par l'équation modélisant la transformation.

9. À partir de la première partie de l'équation de cette réaction, déterminer la masse de NH_4NO_3 qu'il faut ajouter à 168 g de $C_{12}H_{24}$ pour obtenir un mélange stœchiométrique.

Données : masses molaires $M(C_{12}H_{24}) = 168 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ $M(NH_4NO_3) = 80 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

10. En déduire le pourcentage en masse de chaque espèce dans le mélange stœchiométrique.

Pour être encore plus efficace, le mélange est constitué de 6% de fioul et de 94% de NH_4NO_3 (pourcentages en masse).

11. En déduire l'espèce ajoutée en excès dans le mélange ANFO. Conclure.